

12. Баширова С. А. Интенсификация сельскохозяйственного производства как важнейшее условие научно-технического прогресса // Экономический вестник Донбасса. – 2019. – № 2 (56). – С. 103–107.

13. Василько В.П. Влияние системы удобрения на агрофизические свойства староорошаемого деградированного выщелоченного чернозема и урожайность сои на фоне отвальной системы обработки почвы / В.П. Василько, Д.В. Шаповалов // Тр. Кубанского государственного аграрного университета. – 2009. – № 5. – С. 163–167.

14. Лукашик А. Ф. Интенсификация сельскохозяйственного производства, как одного из направлений развития отрасли // Вестник КемРИПК. – 2018. – № 1. – С. 30–32.

15. Бэлл Р. В. Роль микроэлементов в устойчивом производстве продовольствия, кормов, волокна и биоэнергии / Р. В. Бэлл, Б. Дэлл // Пер. с англ. – М.: Международный институт питания растений, 2017. – 221 с.

16. Mousavi S., Nejad S., Nourgholipour F., Abbaszadeh Zoshkey S. Agroeconomic aspects of boron: fertilizers, agronomical strategy, and interaction with other nutrients. In book: Boron in Plants and Agriculture. 2022. Pp. 249–270.

17. Рафальская Н. Б. Фотосинтетическая и семенная продуктивность сои при применении приемов биологизации ее возделывания в Приамурье / Н. Б. Рафальская, В. Т. Синеговская, С. В. Рафальский // Известия Самарского научного центра РАН. – 2018. – № 2. – С. 305–307.

18. Тишков Н. М. Эффективность некорневой подкормки сои микроэлементами на черноземе выщелоченном Краснодарского края при многолетнем учете динамики изменения температурного режима и условий увлажнения / Н. М. Тишков, В. А. Тильба, А. А. Дряхлов // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2017. – № 2. – С. 37–54.

19. Аканова Н.И. Эффективность применения магниевых удобрений при возделывании сои на различных типах почв / Н.И. Аканова, А.В. Козлова, С.А. Фокин, П.И. Солнцев // Плодородие. – 2022. – № 5. – С. 55–60.

20. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта [Текст] / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

EFFECTIVE METHODS OF INCREASING THE PRODUCTIVITY AND QUALITY OF OILSEEDS ON VARIOUS TYPES OF SOILS

A.V. Kozlova¹, N.I. Akanova², D.E. Kuttyreva², I.I. Seregina³

¹ООО "RGHO", 115093, Moscow, Pavlovskaya st., 7, room 1C

²FGBNU "VNII Agrochemistry", 127434, Russia, Moscow, Pryanishnikova st., 31A

³FGBOU VO "RSAU-MTAA named after K.A. Timiryazev", 127434, Russia, Moscow, Timiryazevskaya st., 49

The article discusses the results of a study on improving the soybean nutrition system on soils with different organic matter content and acidity levels. The average results of field experiments with soybeans on the effectiveness of magnesium fertilizers of the AgroMag line, produced on the basis of the natural mineral brucite, are presented. The high efficiency of solid granular magnesium fertilizers AgroMag and liquid nitrogen-containing fertilizer AgroMag AktiMax in the formation of soybean yields has been revealed. There is a positive effect of fertilizers on the oil content of soybean seeds.

Keywords: acidity, soybeans, oil content, magnesium fertilizers, soil fertility, magnesium, yield, crude protein, crude fat.

УДК: 632.633.63: 631.811.98

DOI: 10.25680/S19948603.2025.143.07

РЕАКЦИЯ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ НА ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ

**В.А. Свирина, В.Г. Черногаев, Институт семеноводства и агротехнологий –
филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (ИСА – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)
Россия, 390502, Рязанская область, Рязанский район, с. Подвязье, ул. Парковая, д. 1
E-mail: podvyaze@bk.ru**

Приведены результаты исследований за 2022–2024 г. с оценкой структуры урожая сорта ярового ячменя Рафаэль и его реакцией на использование микробиологических удобрений и регулятора роста. В качестве контроля выступал вариант без обработки. Выявлен стимулирующий эффект биопрепаратов на ряд показателей растений. Высота растений ячменя увеличивалась, начиная с фазы выхода в трубку. Также во всех вариантах при разных схемах обработки посевов микробиологическими препаратами и регулятором роста повышаются урожайность ячменя и качество урожая. По результатам трехлетнего опыта выявлено, что обработка растений ячменя разными биопрепаратами влияет на формирование основных структурных элементов урожая: длину колоса (на 26,3%), число колосков (на 81,1) %, количество зерен в колосе (на 20,1) % и массу зерна с колоса. В среднем за годы исследований наибольшая урожайность отмечена у сорта ярового ячменя Рафаэль в варианте 3 – 62,9 ц/га. Масса 1000 зерен составила в этом варианте 49,4 г (на контроле 45,0 г).

По данным трехлетних исследований установлено, что использование микробиологических удобрений Органит Н, Ж и Органит П, Ж и регулятора роста АнаСил, П на фоне минеральных удобрений в посевах ячменя сорта Рафаэль является высокоэффективным приемом, так как приводит к повышению урожайности на 15,1–22 %, получению хорошего качества зерна. В ходе опытов выявлено действие биопрепаратов на изменение биометрических показателей урожайности. В результате обработки биопрепаратами увеличивается продуктивная кустистость. Потенциал урожайности ярового ячменя Рафаэль в среднем за 3 года достаточно высокий – 50,0 – 60,0 ц/га.

Ключевые слова: полевой опыт, яровой ячмень, микробиологические препараты, регулятор роста, урожайность, качество.

Для цитирования: Свирина В.А., Черногаев В.Г. Реакция ярового ячменя на применение микробиологических препаратов // Плодородие. – 2025. – №2. – С. 30–35. DOI: 10.25680/S19948603.2025.143.07.

В сельском хозяйстве главными задачами остаются увеличение производства продовольственного и фуражного зерна, а также повышение его качества [9]. Большое значение в обеспечении сельскохозяйственных

предприятий качественным зернофуражным кормом имеет возделывание ячменя. Эта культура требовательна к плодородию почвы и хорошо отзывается на внесение удобрений и известкование кислых почв [8].

Современные технологии должны включать применение экологически безопасных стимуляторов роста, микроэлементов, повышающих урожайность, устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды и снижающих техногенную нагрузку на почву. Неблагоприятные стрессовые факторы среды (низкая температура, засуха) вызывают ответную реакцию растений.

Новый сорт – это биологический фундамент, на котором строятся все остальные элементы технологии возделывания культуры. Успехи селекции современных сортов реализуются благодаря семеноводству, которое решает такие задачи, как ускоренное размножение новых, вводимых в производство сортов и сохранение высокого качества семян созданных сортов. В связи с этим проводят сортосмену и сортообновление. Одной из проблем семеноводства на современном этапе является медленное внедрение в сельское хозяйство нового сорта из-за плохой управляемости процессами сортообновления и сортосмены [2].

Ячмень менее требователен к влаге и более экономно расходует ее, чем другие культуры. В засушливых условиях культура дает более высокие урожаи. Из-за слабого развития корневой системы он хуже переносит весеннюю засуху. Много влаги расходует ячмень в первые фазы роста: кущение и, особенно, выход в трубку-колошение. Нехватка влаги в этот период отрицательно сказывается на развитии растений.

Использование биологических препаратов влияет на активизацию метаболизма и развитие почвенных микроорганизмов. К основным механизмам полезного действия микроорганизмов на растение относится улучшение питания растений (повышение коэффициентов использования питательных элементов из удобрений и почвы) [1].

Известно, что микробные препараты по кукурузе и овсу имеют стимулирующий эффект в повышении трансформации органического вещества из-за увеличения общей биогенности почвы [14]. Внесение биологических препаратов приводит к изменению почвенного плодородия, перестройке структуры микробиоценоза [15].

Применение биостимуляторов роста способствует росту и развитию растений, защите их от вредных и неблагоприятных факторов внешней среды [6]. Комплексные микроудобрения, стимуляторы роста, гуминовые и бактериальные препараты способствуют активизации продукционных процессов ярового ячменя, особенно на более ранних фазах онтогенеза: повышаются посевные и урожайные качества семян, полевая всхожесть и сохранность растений, темпы накопления вегетативной массы, густота продуктивного стеблестоя [4].

Цель исследований – оценить реакцию ярового ячменя Рафаэль на обработку биопрепаратами и их влияние на урожайность, качество зерна в условиях Рязанской области на темно-серой лесной почве.

Новизна состоит в том, что в условиях Рязанской области изучается влияние микробиологических препаратов, кремнийсодержащего регулятора роста растений

при обработке семян и некорневых подкормках растений ярового ячменя на их продуктивность и качество зерна.

Методика. Исследования проводили в 2022-2024 г. на базе Института семеноводства и агротехнологий в условиях Рязанского района Рязанской области. Почва участка темно-серая лесная тяжелосуглинистая. Предшественник – черный пар. В качестве испытываемой культуры выбран яровой ячмень сорта Рафаэль. В соответствии с темой государственного задания выявляли реакцию новых сортов ячменя на современные формы удобрений и пестицидов.

Агротехника ячменя общепринятая в Нечерноземной зоне [11]. Семена ярового ячменя из-за различий метеословий высевали в оптимальные для культуры сроки – 17-20-24 апреля.

Содержание гумуса (по Тюрину ГОСТ 2621-91) – 3,4%, подвижного фосфора (по Кирсанову) – 189,0 мг/кг, подвижного калия (по Кирсанову ГОСТ 26207-84) – 149,1 мг/кг, рН_{сол.} вытяжки (ГОСТ 26213 – 91) – 5,03 ед., гидролитическая кислотность (по Каппену ГОСТ 26212-84) – 2,63 ммоль-экв/100 г почвы.

Данные почвы обладают высоким потенциалом плодородия и пригодны для выращивания ячменя.

Объектами исследований служили кремнийсодержащий регулятор роста АпаСил, П, жидкое микробиологическое удобрение Органик Н, Органик П.

За время проведения исследований в опыте с биопрепаратами испытываемой культурой был новый сорт ярового ячменя Рафаэль, включенный в Государственный реестр селекционных достижений РФ по Центральному и Волго-Вятскому регионам [13].

Площадь каждой делянки 50 м². Повторность четырехкратная.

По вариантам с биопрепаратами фоном внесены минеральные удобрения N₆₀P₆₀K₆₀. Норма высева семян – 5,5 млн всхожих зерен на 1 га. Семена ячменя протравливали перед посевом протравителем Виал Трио, ВСК – 1,2 л/т + инсектицидный протравитель Табу – 1,0 л/т (вариант 2); в вариантах 3 и 4 протравитель Виал Трио, ВСК – 1,2 л/т + инсектицидный протравитель Табу – 1,0-2,0 л/т, жидкие микробиологические удобрения: Органик Н, Ж – 1,0 л/га + Органик П, Ж – 1,0 л/га + регулятор роста: АпаСил, П – 0,05 кг/га. Способ посева – обычный рядовой.

В фазе полной спелости отбирали пробные снопы для определения основных элементов структуры урожая: отбирали образцы растений ярового ячменя с закрепленных после всходов учетных площадок в 0,25 м², в 4-кратной повторности [3]. Содержание белка, крахмала в зерне ярового ячменя определено на приборе InfratecTM 1241 (FOSS, Дания) методом инфракрасной спектроскопии¹, натуру – ГОСТ10840-64, массу 1000 зерен – ГОСТ10842-89.

В течение вегетации проводили фенологические наблюдения – даты наступления основных фаз роста, оценки и учеты (высота растений, полевая всхожесть, сохранность растений к уборке, элементы структуры урожая ячменя), в соответствии с Методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [6].

протеина и клетчатки методом спектроскопии в ближней инфракрасной области.

¹ ГОСТ 32749-2014 Межгосударственный стандарт. Семена масличные, жмыхи и шроты. Определение влаги, жира,

Опыт предусматривал изучение схемы применения нескольких вариантов с биопрепаратами. Контролем служил вариант без обработки биопрепаратами. Изучение препаратов проводили на культуре ярового ячменя сорта Рафаэль (табл. 1).

1. Схема опыта

№ варианта	Изучаемая система препаратов	Фаза обработки
1 (контроль)	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	Внесение перед культивацией
	Без обработок	-
2	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	Внесение перед культивацией
	Протравитель: Виял Трио, ВСК – 1,2 л/т + инсектицидный протравитель: Табу, ВСК – 1,0 л/т	Протравливание семян
	Гербицид: Балерина Супер, СЭ – 0,5 л/га + инсектицид: Борей Нео, СК – 0,2 л/га	Обработка в фазе кущения
	Ракурс, СК – 0,4 л/га	Обработка по вегетации
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	Внесение перед культивацией
	Протравитель: Виял Трио, ВСК – 1,2 л/т + инсектицидный протравитель: Табу, ВСК – 1,0 л/т + жидкие микробиологические удобрения: Органит Н, Ж + Органит П, Ж – 1,0 л/т + кремнесодержащий регулятор роста: АпаСил, П – 0,05 кг/т	Протравливание семян перед посевом
	Гербицид: Балерина Супер, СЭ – 0,5 л/га + инсектицид: Борей Нео, СК – 0,2 л/га	Обработка в фазе кущения
	Фунгицид: Ракурс, СК – 0,4 л/га	Обработка по вегетации
	Жидкие микробиологические удобрения: Органит Н, Ж – 0,5 л/га + Органит П, Ж – 0,5 л/га + регулятор роста: АпаСил, П – 0,05 кг/га	Некорневая подкормка растений
4	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ (фон)	Внесение перед культивацией
	Протравитель: Виял Трио, ВСК – 1,2 л/т + инсектицидный протравитель: Табу, ВСК – 1,0 л/т + жидкие микробиологические удобрения: Органит Н, Ж – 2 л/т + Органит П, Ж – 2,0 л/т + регулятор роста: АпаСил, П – 0,05 кг/т	Протравливание семян перед посевом
	Гербицид: Балерина Супер, СЭ – 0,5 л/га + инсектицид: Борей Нео, СК – 0,2 л/га	Обработка в фазе кущения
	Фунгицид: Ракурс, СК – 0,4 л/га	Обработка по вегетации
	Жидкие микробиологические удобрения: Органит Н, Ж – 1,0 л/га + Органит П, Ж – 1,0 л/га + регулятор роста: АпаСил, П – 0,05 кг/га	Некорневая подкормка растений

Органит Н, Ж – улучшает азотное питание сельскохозяйственных культур за счет способности бактерий *Azospirillum zeae* фиксировать атмосферный азот и переводить его в формы, пригодные для потребления растением. Активные ингредиенты: клетки и биологически активные метаболиты штамма *Azospirillum zeae*.

Органит П, Ж – стимулирует корнеобразование и рост растений, переводит нерастворимые формы фосфора и калия в растворимые, легкоусвояемые растениями. Активные ингредиенты: споры штамма *Bacillus megaterium*.

АпаСил, П – инновационный кремнийсодержащий продукт с содержанием 31,5 % SiO₂. Основой препарата АпаСил является аморфный диоксид кремния с

повышенным содержанием монокремниевой кислоты. Кремний повышает фотосинтетическую активность листьев и укрепляет стенки стеблей за счет улучшения метаболических процессов, протекающих в растениях. Кремний помогает растениям противостоять стрессам, связанным с засухой.

Применение препарата АпаСил увеличивает всхожесть и прорастание семян, стимулирует рост растений, повышает естественный иммунитет, помогает адаптироваться к стрессовым условиям [9].

В фазе кущения использовали баковую смесь гербицида Балерина Супер (410+15 г/л), СЭ – 0,5 л/га + инсектицид Борей Нео (125+100+50 г/л), СК – 0,2 л/га.

Ракурс, СК – двухкомпонентный системный фунгицид профилактического и лечебного действия для защиты зерновых культур от комплекса болезней.

В фазе полной спелости отбирали пробные снопы для определения элементов структуры урожая со снопового материала с учетных площадок в 0,25 м², в 4-кратной повторности. Учет урожайности зерна проведен с пересчетом массы продукции после взвешивания на 100 %-ную чистоту и 14%-ную влажность. Уборку проводили комбайном Сампо-130.

Статистическую обработку данных выполняли методом дисперсионного анализа по Доспехову Б.А. [3].

Метеорологические условия в период проведения опыта различались колебаниями температуры и влагообеспеченности. ГТК по Селянинову вегетационного периода май-август в годы исследования составлял: в 2022 г. – 0,61, в 2023 г. – 0,59, в 2024 г. – 0,89 (табл. 2).

2. Метеорологические условия

Годы	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август
<i>Среднесуточная температура воздуха, °С</i>					
2022	7,8	13,4	21,5	24,0	25,6
2023	12,4	15,9	19,8	21,2	22,8
2024	13,3	14,6	23,3	24,6	22,1
Среднего-летние	4,1	12,6	17,0	18,8	17,1
<i>Сумма осадков, мм</i>					
2022	58,0	49,6	40,7	16,0	12,8
2023	35,8	8,90	35,5	82,4	22,6
2024	28,0	41,8	76,5	101,3	13,2
Среднего-летние	28,0	40,0	55,0	64,0	55,0
<i>ГТК</i>					
2022	0,88	1,24	0,83	0,22	0,16
2023	0,96	0,21	0,59	1,25	0,32
2024	0,91	0,97	1,09	1,32	0,19

Метеорологические условия в 2022-2024 г. по температуре воздуха были схожи, однако май, июнь, июль 2022 г. отличались колебаниями температуры и превышением среднеголетнего показателя в мае на 0,8 °С, в июне – на 4,5, в июле – на 5,2 °С и неравномерным выпадением осадков. В мае осадки превысили среднеголетнюю норму на 9,6 мм. В июне, июле и августе наблюдался их дефицит – на 14,3, 48,0 и 42 мм соответственно. ГТК в мае – 1,24, июне – 0,83. В июле-августе ГТК составил 0,22 и 0,16 соответственно.

В 2023 г. острый недостаток влаги в мае-июне сдерживал развитие растений ячменя. Дефицит осадков за кущение-колошение был ниже среднеголетней нормы на 35,5 мм (57% от нормы). ГТК по Селянинову в этом месяце составлял 0,59 (очень засушливый).

В 2024 г. условия вегетационного периода характеризовались температурой, превышающей среднеголетнюю, при этом осадков выпало в пределах

среднегодовой нормы. Острый недостаток влаги сдерживал рост и развитие ячменя в фазы всходы – кушение. Количество осадков за кушение-колошение составило 75 мм, что улучшило состояние роста и развитие ячменя. ГТК за вегетационный период май-август 2024 г. равен 0,88 (засушливый).

Результаты и их обсуждение. Результаты исследований показали, что обработка посевов ярового ячменя сорта Рафаэль по вегетирующим растениям биопрепаратами в смеси с гербицидами и инсектицидами (вар. 3) на фоне минеральных удобрений способствовала улучшению густоты стеблестоя культуры (табл. 3).

3. Структура посевов ярового ячменя (в среднем за 2022-2024 г.)

№ варианта	Количество растений, шт/м ²		Сохранность растений, %	Продуктивность, шт/растение
	фаза всходов	перед уборкой		
1	352	270	76,7	1,97
2	366	294	80,3	2,13
3	382	322	84,2	2,46
4	370	306	82,7	2,40
НСР ₀₅	6,91	4,07	1,31	0,07

Результаты опыта позволили выявить особенности действия биопрепаратов на полевую всхожесть культуры. Обработка семян ярового ячменя биопрепаратами способствовала прерыванию покоя и активизации процесса прорастания в почве по всем вариантам.

Более высокие показатели всхожести в полевых условиях получены в варианте 3 (протравитель: Виал Трио, ВСК – 1,2 л/т + инсектицидный протравитель: Табу, ВСК – 1,0 л/т + жидкие микробиологические удобрения: Органит Н, Ж + Органит П, Ж – 1,0 л/т +

кремнесодержащий регулятор роста: АпаСил, П – 0,05 кг/т – протравливание семян перед посевом; гербицид: Балерина Супер, СЭ – 0,5 л/га + инсектицид: Борей Нео, СК – 0,2 л/га – обработка в фазе кушения; фунгицид: Ракурс, СК – 0,4 л/га – обработка по вегетации; жидкие микробиологические удобрения: Органит Н, Ж – 0,5 л/га + Органит П, Ж – 0,5 л/га + регулятор роста: АпаСил, П – 0,05 кг/га – внекорневая подкормка растений), которые превышали контроль на 9,0 %, в остальных вариантах превышение составило 4-5%. Средняя густота стояния растений ячменя (фаза всходов) в варианте 3 составила 382 шт/м².

По количеству продуктивных стеблей к уборке этот вариант превысил контроль на 52 шт., по продуктивной кустистости – на 0,49 шт/растение.

По сохранности растений ячменя к уборке отмечены некоторые преимущества по сравнению с контролем при обработке биологическими препаратами. В целом по всем вариантам опыта она составила 80,3-84,2%. Лучшим был вариант 3, где применяли: микробиологические препараты Органит Н, Ж – 0,5 л/га + Органит П, Ж – 0,5 л/га + кремнийсодержащий регулятор роста АпаСил, П – 0,5 кг/га при совместном использовании с фунгицидом Ракурс, баковой смесью гербицида и инсектицида при сохранности к уборке 84,2 %. Увеличение по сравнению с контролем составляло 7,5%. Наименьшая сохранность наблюдалась в вариантах 2 и 4 и превышала контрольный вариант на 3,6-6,0 %. Несколько ниже были показатели с биопрепаратами (см. табл. 3).

Для ячменя важным показателем является высота растения по фазам развития. При применении биологических препаратов при возделывании ярового ячменя высота растений изменялась (табл. 4).

4. Динамика линейного роста растений ячменя по вегетации, см

№ варианта	Выход в трубку			Среднее	Колошение			Среднее	Созревание			Среднее
	2022 г.	2023 г.	2024 г.		2022 г.	2023 г.	2024 г.		2022 г.	2023 г.	2024 г.	
1	45,7	23,2	46,8	38,5	62,4	51,4	64,7	60,1	65,0	61,1	65,5	63,9
2	45,9	25,9	51,9	41,2	63,3	53,7	65,6	60,9	66,9	60,8	66,5	64,7
3	45,9	27,9	52,6	42,3	66,9	47,7	64,9	59,8	68,8	60,0	67,8	65,5
4	44,4	24,8	46,2	38,5	66,0	50,3	65,0	60,4	67,2	58,1	67,0	64,1
НСР ₀₅	0,41	0,46	0,42	-	0,58	0,55	0,35	-	0,67	0,72	0,77	-

Действие препаратов на процессы роста (высоту растений) начинает проявляться в фазе выхода в трубку и прослеживается до фазы созревания. В 2022 г. высота растений в фазе выхода в трубку сохраняется на уровне контроля. В 2023 г. наблюдали недостаток влаги, повышенные среднесуточные температуры. Растения оказались низкорослыми, но высота их на контроле изменялась. Условия 2024 г. были благоприятные для роста и развития растений. Отмечен положительный эффект увеличения высоты. Эта закономерность прослеживается и в фазы колошение – созревание. Итак, все изучаемые варианты с биопрепаратами показали стабильный прирост в высоту, по сравнению с контрольным вариантом (табл. 4).

В среднем за три года наибольшее превышение высоты растений относительно контроля отмечено у ярового ячменя в варианте 3 в фазе созревания – на 1,6 см. Самыми низкорослыми были растения ячменя в вариантах 2 и 4. Показатели высоты в этих вариантах превышают контроль на 0,2 и 0,9 см соответственно.

Для оценки влияния изучаемых препаратов на урожайность исследовали изменения основных элементов структуры урожая ярового ячменя. Анализ структуры

урожа позволяет установить закономерности формирования урожая и проследить его зависимость от многообразия факторов внешней среды, действия химических веществ или экстремальных погодных условий [9]. Известно, что длина колоса, число зерен в колосе, масса зерна с колоса статистически значимо влияют на урожайность ярового ячменя данного сорта [5].

Определение структуры урожая ярового ячменя выявило тенденцию к увеличению показателей во всех вариантах с применением биопрепаратов, по сравнению с контролем.

Установлено, что применение биологических препаратов приводит к положительной динамике формирования элементов структуры урожая в сравнении с контролем и сказывается на увеличении урожая (табл. 5).

5. Влияние биологических препаратов на элементы структуры ярового ячменя сорта Рафаэль (в среднем за 2022-2024 г.)

№ варианта	Высота растений, см	Колос			Масса 1000 зерен, г
		Длина, см	Число зерен	Масса зерна, г	
1	61,9	7,2	19,7	1,09	45,0
2	62,0	7,4	20,6	1,12	47,6
3	61,4	7,8	21,2	1,19	49,4
4	61,6	7,3	20,4	1,14	46,7
НСР ₀₅	0,74	0,36	0,52	0,04	0,83

В среднем за три года (2022-2024 г.) наиболее отзывчивым на применение микробиологических препаратов оказался вариант 3. Отмечено увеличение длины колоса, которая была больше контроля на 0,4 см. Изучаемые биопрепараты влияли на озерненность колоса, которая выше контроля на 0,7-1,5 г соответственно. В вариантах 2 и 4 при применении биопрепаратов несущественно выше число зерен в колосе – до 3-5 %. Число зерновок в варианте 3 увеличивается до 7 %, по сравнению с контролем.

Изменение массы зерна с одного колоса по всем вариантам с применением биопрепаратов составляло от 1,12 до 1,19 г. Наибольшая масса зерна с одного колоса у ярового ячменя сорта Рафаэль отмечена в варианте 3, что свидетельствует об отзывчивости растений на изучаемые агроприемы. Незначительно уступил ему четвертый вариант.

Выполненность семян, определяемая показателем масса 1000 зерен, изменялась под влиянием биопрепаратов. В среднем за три года наибольшая масса 1000 зерен отмечена в варианте 3 (протравитель: Виал Трио, ВСК – 1,2 л/т + инсектицидный протравитель: Табу, ВСК – 1,0 л/т + жидкие микробиологические удобрения: Органит Н, Ж + Органит П, Ж – 1,0 л/т + кремнесодержащий регулятор роста: АпаСил, П – 0,05 кг/т – протравливание семян перед посевом; гербицид: Балерина Супер, СЭ – 0,5 л/га + инсектицид: Борей Нео, СК – 0,2 л/га – обработка в фазе кущения; фунгицид: Ракурс, СК – 0,4 л/га – обработка по вегетации; жидкие микробиологические удобрения: Органит Н, Ж – 0,5 л/га + Органит П, Ж – 0,5 л/га + регулятор роста: АпаСил, П – 0,05 кг/га – некорневая подкормка растений. По сравнению с контролем она повысилась на 9,1%, в остальных вариантах – на 3-5%. Таким образом, в большинстве вариантов опыта отмечалось достоверное изменение массы 1000 зерен в зависимости от изучаемых биопрепаратов (см. табл. 5).

Мощный рост и развитие вегетативной сферы под действием регуляторов роста и биопрепаратов обусловили формирование урожая ярового ячменя. Его величина в среднем по опыту колебалась по вариантам. Во все годы исследований проявлялось положительное действие на урожайность зерна ячменя в вариантах сочетания обработки семян, опрыскивания инсектицидами и некорневой подкормки растений. Прибавка урожайности относительно контроля (без обработки) от внесения биопрепаратов составила 0,77-1,14 т/га в среднем за три года (табл. 6).

6. Влияние биопрепаратов на урожайность ярового ячменя, т/га						
№ варианта	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее	Прибавка к контролю	
					т/га	%
1	5,58	4,94	4,80	5,10	-	-
2	6,64	5,36	5,61	5,87	0,77	15,1
3	7,31	5,68	5,73	6,24	1,14	22,4
4	6,81	5,43	5,50	5,91	0,81	15,9
НСР ₀₅	0,91	0,52	0,22	-	-	-

Потенциал урожайности возделываемого сорта ярового ячменя Рафаэль достаточно высокий – 50,0-60,0 ц/га. Достоверные различия урожайности получены от внесения биопрепаратов по годам исследований.

Сбор зерна ячменя в 2022-2024 г. при использовании биопрепаратов был достоверно выше контрольного варианта.

Среди изучаемых препаратов наиболее оптимальным оказался вариант 3 на фоне внесения N₆₀P₆₀K₆₀: Виал

Трио, ВСК – 1,2 л/т + Табу, ВСК – 1 л/т + Органит П, Ж – 1 л/т + АпаСил, П – 0,05 кг/т – протравливание семян; балерина Супер, СЭ – 0,5 л/га + Борей Нео, СК – 0,2 л/га – обработка в фазе кущения и Ракурс, СК – 0,4 л/га – по вегетации; Органит Н, Ж кг/га – 0,5 л/га + Органит П, Ж – 0,5 л/га + АпаСил, П – 0,5 кг/га – некорневая подкормка растений. Прибавка урожая ячменя сорта Рафаэль в этом варианте с применением биопрепарата составила 22,4 % в сравнении с вариантом без обработки.

При возделывании ярового ячменя с использованием микробиологических удобрений и регулятора роста отмечено увеличение количества белка в зерне. В среднем за три года исследований наибольшее содержание белка у ячменя сорта Рафаэль наблюдалось в варианте 3 (протравитель: Виал Трио, ВСК – 1,2 л/т + инсектицидный протравитель: Табу, ВСК – 1,0 л/т + жидкие микробиологические удобрения: Органит Н, Ж + Органит П, Ж – 1,0 л/т + кремнесодержащий регулятор роста: АпаСил, П – 0,05 кг/т – протравливание семян перед посевом; гербицид: Балерина Супер, СЭ – 0,5 л/га + инсектицид: Борей Нео, СК – 0,2 л/га – обработка в фазе кущения; фунгицид: Ракурс, СК – 0,4 л/га – обработка по вегетации; жидкие микробиологические удобрения: Органит Н, Ж – 0,5 л/га + Органит П, Ж – 0,5 л/га + регулятор роста: АпаСил, П – 0,05 кг/га – некорневая подкормка растений) на 0,9 % по отношению к варианту без обработок (табл. 7).

7. Качество зерна ярового ячменя в зависимости от применения биопрепаратов (в среднем за 2022-2024 г.)			
№ варианта	Белок, %	Крахмал, %	Натура зерна, г/л
1	12,0	52,8	612,0
2	11,6	53,3	627,7
3	12,9	53,9	644,9
4	11,8	53,2	618,3
НСР ₀₅	0,70	1,08	0,59

Минимальное содержание крахмала в зерне отмечено в контрольном варианте, максимальное – в первый и третий годы, которые по накоплению крахмала в зерне существенно не различались. Увеличение крахмала в зерне ячменя составило 1,0 % по отношению к контролю.

Качество зерна – комплексное понятие. Оно включает и физические признаки: натуру зерна, массу 1000 семян и др.

Так, в годы исследований масса 1000 семян у сорта ячменя Рафаэль колебалась по вариантам опыта. Наиболее эффективным оказалось внесение Виал Трио, ВСК – 1,2 л/т + Табу, ВСК – 1 л/т + Органит П, Ж – 1 л/т + АпаСил, П – 0,05 кг/т – при протравливании семян; Органит П, Ж – 0,5 л/га + АпаСил, П – 0,5 кг/га – при некорневой подкормке растений и совместном применении гербицида, инсектицида, фунгицида Ракурс (вар. 3). Здесь натура зерна возросла на 32,9 г/л по сравнению с контролем. Корреляционная зависимость между массой 1000 зерен и урожайностью составляет $r = 0,59$.

Основная продукция зерна ячменя сорта Рафаэль преобладала над побочной (солома). Соотношение зерна к соломе по вариантам с биопрепаратами составляло от 1: 0,75 до 1: 0,78.

При оценке экономической эффективности применения биопрепаратов на яровом ячмене Рафаэль за 2022-2024 г. отмечено, что единственным экономически целесообразным из всех вариантов был вариант 3 (фон N₆₀P₆₀K₆₀) с самой высокой прибавкой, где условный чистый доход – 4030 руб/га. Стоимость продажи фуражного зерна рассчитывалась исходя из цены 13000 руб/т.

Заключение. Исходя из проведенного эксперимента, можно сделать вывод, что применение биопрепаратов при выращивании ярового ячменя сорта Рафаэль на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ в варианте с биопрепаратами: Вил Трио, ВСК – 1,2 л/т + Табу, ВСК – 1 л/т + Органит П, Ж – 1 л/т + АпаСил, П – 0,05 кг/т – протравливание семян; балерина Супер, СЭ – 0,5 л/га + Борей Нео, СК – 0,2 л/га – обработка в фазу кущения; Ракурс, СК – 0,4 л/га – по вегетации, Органит Н, Ж – 0,5 л/га + Органит П, Ж – 0,5 л/га + АпаСил, П – 0,5 кг/га – некорневая подкормка растений способствует получению наибольшего среднего урожая (6,23 т/га) и приросту урожайности по сравнению с контролем на 22,4 %. Также в варианте 3 отмечались наилучшие показатели качества зерна. По другим вариантам с биопрепаратами урожайность составила 5,87-5,92 т/га, что выше контроля на 15,1-15,9 %.

Благодаря использованию биопрепаратов можно получить экологически безопасную растениеводческую продукцию с высокими урожайностью и качеством при возделывании ярового ячменя.

Литература

1. Влияние препаратов Биоклад и Вермикс на элементы продуктивности, урожайность и качественные показатели ярового ячменя / И. Л. Тычинская, А. А. Зеленов, Е. Н. Мерцалов, Е. С. Михалева // Земледелие. – 2021. – № 4. – С. 7-10. – DOI 10.24411/0044-3913-2021-10402. – EDN ONMFYF.
2. Голова, Т. Г. Продуктивность сортов ячменя в различных вариантах посева / Т. Г. Голова, Л. А. Ершова // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – № 2(38). – С. 123-128. – DOI 10.24412/2309-348X-2021-2-123-128. – EDN PGIFSA.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Захарова, М. Н. Хозяйственная эффективность сортов ярового ячменя от применения микробиологического препарата Органит Н, Ж и Органит П, Ж в Рязанской области / М. Н. Захарова, Л. В. Рожкова // Аграрная наука. – 2024. – № 7. – С. 102-106. – DOI 10.32634/0869-8155-2024-384-7-102-106. – EDN RSVCFV.
5. Левакова, О. В. Влияние возрастающих доз минеральных удобрений на продуктивность и структурные показатели нового сорта ячменя ярового Рафаэль / О. В. Левакова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2023. – Т. 24. – № 1. – С. 77-85. – DOI 10.30766/2072-9081.2023.24.1.77-85. – EDN BSSANK.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Под ред. М.А. Федина. – М.: Агропромиздат, 1985. – 263 с.
7. Мухина, М. Т. Формирование микробиологической активности почвы под ячменем при обработке растений биостимулятором роста / М. Т. Мухина, М. Е. Ламмас // Плодородие. – 2022. – № 5(128). – С. 91-94. – DOI 10.25680/S19948603.2022.128.23. – EDN NLTTYS.
8. Налиухин, А. Н. Влияние биомодифицированных органоминеральных удобрений на урожайность и качество зерна ячменя / А. Н. Налиухин, О. А. Власова, А. В. Ерегин // Плодородие. – 2022. – № 6(129). – С. 104-108. – DOI 10.25680/S19948603.2022.129.27. – EDN GYVAUC.
9. Новиков, А. В. Возделывание нута при применении удобрений и стимуляторов роста в условиях сухостепной зоны Среднего Поволжья / А. В. Новиков, В. Г. Васин, О. В. Вершинина // Плодородие. – 2018. – № 3(102). – С. 4-8. – EDN XQHEAX.
10. Петриченко, В. Н. Эффективность применения кремний-органического препарата Энергия-М с комплексными водорастворимыми удобрениями Акварин и Растворин на столовых корнеплодах / В. Н. Петриченко, О. С. Туркина // Земледелие. – 2015. – № 5. – С. 27-30. – EDN UGTHTN.
11. Регистр ресурсо-энергосберегающих технологий производства продукции растениеводства для Рязанской области (Система технологий) / С. Я. Полянский, А. М. Пестряков, Е. В. Гуреева [и др.]. – Рязань: ООО "Шиловская типография", 2007. – 327 с. – EDN UAGBPH.
12. Сабирова, Т. П. Влияние биопрепаратов на продуктивность сельскохозяйственных культур / Т. П. Сабирова, Р. А. Сабиров // Вестник АПК Верхневолжья. – 2018. – № 3(43). – С. 18-22. – EDN YMHOJL.
13. Смуров С. И., Наушкин В. Н., Ермолаев С. Н. Урожайность и качество зерна ярового ячменя в зависимости от различных предшественников и фонов минерального питания // Вестник аграрной науки. – 2020. – №2. – С. 36-44. DOI: <https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2020.2.36> EDN: GYVEMG
14. Чуян, Н. А. Микробиологическая активность чернозема типичного при возделывании сельскохозяйственных культур по агробиотехнологии / Н. А. Чуян, А. А. Дюкарева, Г. М. Брескина // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2024. – № 5. – С. 62-69. – DOI 10.31857/S2500208224050138. – EDN ZSLCQP.
15. Эффективность микробиологических препаратов при возделывании ячменя / С. И. Коржов, Т. А. Трофимова, Д. Карго, Т. Фрамуду // Земледелие. – 2022. – № 7. – С. 40-44. – DOI 10.24412/0044-3913-2022-7-40-43. – EDN JNPNJU.

RESPONSE OF SPRING BARLEY TO THE USE OF MICROBIOLOGICAL PREPARATIONS

**V.A. Svirina, V.G. Chernogaev, Institute of Seed Production and Agrotechnology – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Agro-Engineering Center VIM" (ISA – branch of FGBNU FNAC VIM)
Russia, 390502, Ryazan region, Ryazan district, village Podvyazye, st. Parkovaya, 1
E-mail: podvyaze@bk.ru**

The results of studies for 2022-2024 are presented with an assessment of the yield structure of the spring barley variety Rafael and its response to the use of microbiological fertilizers and a growth regulator. The untreated variant served as a control. A stimulating effect of biopreparations on a number of plant parameters was revealed. The height of barley plants increased starting from the tube emergence phase. Also, in all variants, with different schemes of crop treatment with microbiological preparations and growth regulator, the barley yield and crop quality increased. Based on the results of a three-year experiment, it was found that the treatment of barley plants with different biopreparations affects the formation of the main structural elements of the crop: ear length (by 26.3%), the number of spikelets (by 81.1)%, the number of grains in an ear (by 20.1)% and the weight of grain per ear. On average, over the years of research, the highest yield was noted in the spring barley variety Rafael in variant 3 – 62.9 c/ha. The weight of 1000 grains in this variant was 49.4 g (in the control 45.0 g). According to three-year studies, it has been established that the use of microbiological fertilizers Organit N, Zh and Organit P, Zh and growth regulator ApaSil, P against the background of mineral fertilizers in crops of barley of the Rafael variety is a highly effective method, since it leads to an increase in yield by 15.1-22%, obtaining good quality grain. During the experiments, the effect of biopreparations on changing the biometric indicators of yield was revealed. As a result of treatment with biopreparations, productive tillering increases. The yield potential of spring barley Rafael is quite high on average over 3 years – 50.0 – 60.0 c/ha.

Key words: field experiment, spring barley, microbiological preparations, growth regulator, yield, quality.